

VITALITET, AVGANG OG SKADER PÅ FORYNGELSEN VED SELEKTIV HOGST

Kjersti Holt Hanssen¹, Aksel Granhus² og Roald Brean¹

¹Norsk institutt for skog og landskap, Ås

²Institutt for naturforvaltning, Universitetet for miljø- og biovitenskap, Ås

Innledning

En selektiv hogst skiller seg fra flatehogst eller frøtrestilling ved at vi tar ut en mindre del av trekapitalen ved hvert inngrep, og at hogstinngrepene kommer med færre års mellomrom. Som oftest er et av formålene ved hogsten å oppnå naturlig foryngelse og dermed unngå plantekostnader. Dersom dette skal lykkes, er det også viktig at forhåndsgjenveksten får en tilfredsstillende vekst og vitalitet, og at avgang og skadefrekvens ikke blir for stor ved hvert hogstinngrep. Veksten er i stor grad avhengig av hvor mye lys og rotrom plantene har, det vil si hvor stor konkurransen om ressursene er fra større trær så vel som fra bunnvegetasjon.

Skader og avgang ved hogsten er avhengig av flere faktorer, blant annet tettheten i bestandet, intensiteten i uttaket, foryngelsens høyde, stikkveiavstanden og maskinførerens dyktighet (Skoklefall 1967; Sirén 1999; Granhus og Fjeld 2001). I tillegg til de mekaniske skadene som oppstår ved hogsten, fører avirkingen av overbestandet til endrede betingelser med hensyn til lystilgang, rotkonkurranse og mikroklimatiske forhold. Dette kan føre til fysiologisk stress hos plantene, for eksempel uttørking eller skader på fotosynteseapparatet (Granhus 2002). Sammen med nedbaring og mekaniske skader kan dette føre til ytterligere avgang i foryngelsen de første årene etter hogst.

Vi undersøkte vitaliteten før hogst hos gran- og furuforyngelse i tre sjiktede bestand, og studerte hvordan selektiv hogst påvirket avgang og skader hos

foryngelsen. Gjenveksten ble fulgt i tre år etter hogsten, og vi undersøkte plantenes vekst under de endrede lysforholdene.

Materiale og metoder

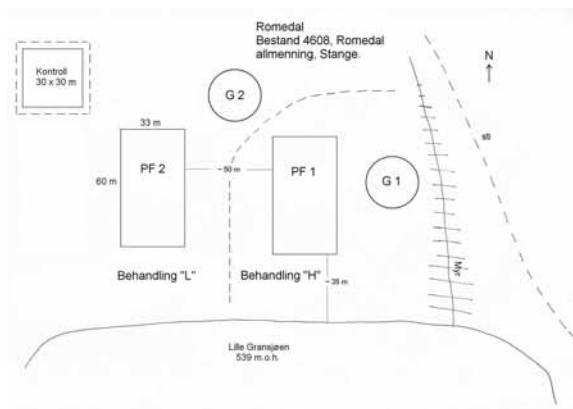
I samarbeid med grunneierne og Glommen Skog AB ble det i 2003 plukket ut tre felter i Hedmark med sjikket skog. To av feltene (Nord-Odal og Romedal) lå i granskog, mens Tolga-feltet lå i furuskog. Vegetasjonstypen var henholdsvis blåbærskog i de to granbestandene, og bærlyngskog i furubestandet. Volum og andre bestandsdata framgår av tabell 1.

Før hogst, sommeren 2003, ble forhåndsgjenveksten av gran og furu (0,1–3 m høyde) registrert. Høyde og toppskuddlengder ble målt, og plantenes vitalitet ble vurdert i henhold til en firedelt skala (0–3): Planter som var i god vekst, med mye grønt bar og friske toppskudd, ble plassert i klasse 0. Planter i klasse 1 var nokså vitale, men kunne ha mindre barmasse og kortere toppskudd. Planter i klasse 2 var klart undertrykte, mens de i klasse 3 hadde så lite grønt bar og så dårlig vekst at de sannsynligvis ikke ville klare overgangen til bedre lysforhold. Hvis ikke annet blir nevnt refereres det til planter i klasse 0–2 i denne artikkelen. Til sammen 318 gran- og furuplanter i disse klassene ble undersøkt før og etter hogst, og veksten de tre første årene etter hogsten ble målt.

Tabell 1. Bestandsdata for feltene.

Felt	H.o.h.	Bonitet	Overhøyde (m)	Volum i m ³ /ha			Treantall pr. ha (≥5 cm DBH)			Foryngelse (0,1–3 m) pr. ha, før hogst
				før hogst	etter hogst*		før hogst	etter hogst*		
Nord-Odal	450	G14	20,3	305	120	165	1400	740	1060	870
Romedal	540	G12	19,0	295	115	150	1100	670	930	1570
Tolga	520	F11	17,0	180	75	95	950	670	720	520

* To hogstalternativer med «lavt» og «høyt» gjenstående volum.



Figur 1. Skisse over feltet i Romedal. PF = prøveflater, G = gruppehogst, L = lavt gjenstående volum etter hogst, H = høyt gjenstående volum etter hogst.

Lysforholdene i bestandene ble målt ved hjelp av hemisfærefotografier tatt i 1,3 m høyde, både i faste punkter plassert i et rutenett i bestandene og over plantene. Flere detaljer om lysforhold og mikroklima finnes i Hanssen (2007). I denne sammenhengen defineres lyset som en prosentvis andel av fullt sollys, som er den lysmengden som når kronetaket.

Bestandene ble delt i to, og hver del ble hogd med forskjellig styrke. Det ble benyttet en engreps hogstmaskin, og virket ble kjørt ut med lastetraktor. Målet var at det skulle stå igjen 40 % av volumet i den ene

halvdelen, og 60 % i den andre. I praksis endte uttakene litt nærmere hverandre enn dette (tabell 1). Hogsten ble utført ved å ta ut de største trærne samt skadde og lite vitale trær, og ved å tynne i over-tette partier. En del mindre trær ble dessuten tatt ut i stikkveiene. I hver halvdel ble det lagt ut en prøveflate på to dekar. I tillegg ble det lagt ut to gruppehogster med en diameter på 25 m i hvert bestand, og en urørt kontrollrute som representerer forholdene før hogst. Forsøksopplegget går fram av figur 1. I denne artikkelen tar vi bare for oss foryngelsen som står i prøveflatene.

Sommeren 2004 registrerte vi avgang og skader hos plantene etter hogsten. Tabell 2 viser skade-klassene. Høsten 2006 ble avgang, vitalitet og høydevekst igjen registrert for foryngelsen.

Vi brukte variansanalyse (GLM) med lysverdier eller høydevekst etter hogst som responsvariable og vitalitetsklasse som forklaringsvariabel for å finne ut om det var signifikante forskjeller i lysforhold for planter i forskjellige vitalitetsklasser, og om høydeveksten etter hogst var avhengig av plantenes vitalitet før hogst. Gran- og furuplanter ble analysert hver for seg. Tukey's test ble brukt for å sammenlikne vitalitetsklassene. Statistikkprogrammet SAS ble brukt til beregningene (Anon. 1989).

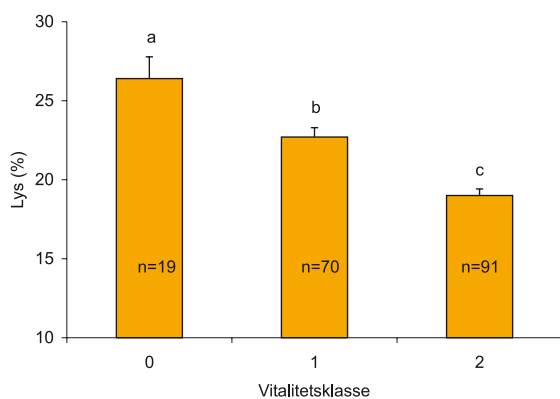
Tabell 2. Skadeklasser registrert for foryngelsen etter hogst.

Skadeklasse	0	1	2	3
Brekk	Ikke brukket	Øverste 1–2 toppskudd brukket	Brekk lenger ned på stammen	-
Bark	Ingen barkskade	1–25 % av omkretsen skadet	25–50 % av omkretsen skadet	> 50 % av omkretsen skadet
Krone	Ingen kroneskade	1–25 % av krone skadd/avrevet	26–50 % skadd/avrevet	> 50 % skadd/avrevet
Skjevhet	Ingen skjevhet	1–30° avvik fra rett stamme	31–60° avvik	over 60° avvik

Resultater

Vekst og vitalitet før hogst

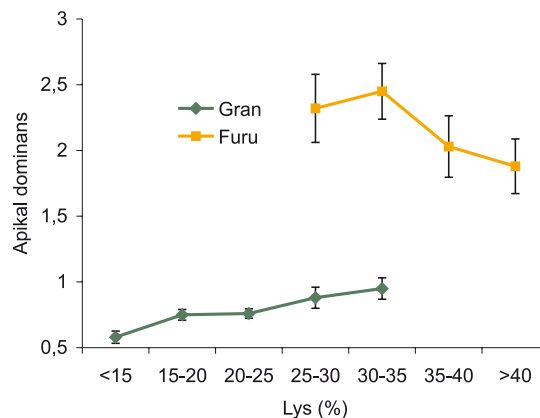
Granbestandene var relativt tette, med en kubikkmasse på ca. 300 m³ pr. ha. Det var flere tiår siden forrige hogst. Foryngelsen bar preg av å være undertrykt gjennom lengre tid, og bare en fjerdedel av plantene var ved rimelig god vitalitet (klasse 0 eller 1). Vi fant statistisk signifikante forskjeller i lysforhold mellom planter av forskjellig vitalitet. De mest vitale plantene (vitalitetsklasse 0) hadde i gjennomsnitt 26 % av fullt dagslys, mens de undertrykte plantene i klasse 2 hadde 19 % (figur 2). De plantene som hadde mest lys, hadde også lengre toppskudd. I snitt var toppskuddlengden imidlertid bare 3 cm. Med en slik veksthastighet tar det over 40 år for en plante å nå brysthøyde.



Figur 2. Lysforholdene, vist som gjennomsnittverdier (+ standardfeilen), ved granplanter i forskjellige vitalitetsklasser. Ulike bokstaver betyr at det er statistisk sikre forskjeller mellom gruppene.

Furuplantene viste noe av det samme mønsteret, ved at de mest vitale plantene sto under best lysforhold. Plantene som var i vitalitetsklasse 0 og 1 sto under lysforhold som tilsvarte ca. 40 % av fullt lys. Fordi en så stor andel som 85 % av furuplantene ble betegnet som undertrykte (vitalitet 2 eller 3), var det vanskelig å finne statistisk sikre forskjeller for vekst og vitalitet i forhold til lysmengde. Gjennomsnittlig toppskuddlengde for furuforyngelsen var 5 cm.

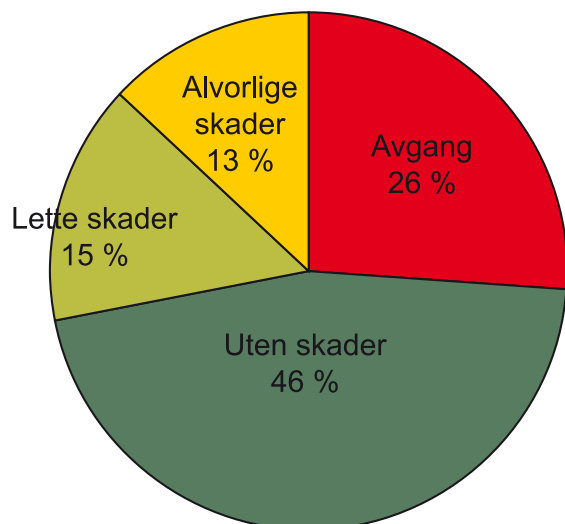
Det var en tydelig forskjell i vekstmønster mellom gran og furu. Den apikale dominansen (forholdet mellom lengden av toppskuddet og lengden av sidegreina på øverste kvistkrans) økte for granplantene når lysforholdene ble bedre, mens det var motsatt for furu (figur 3).



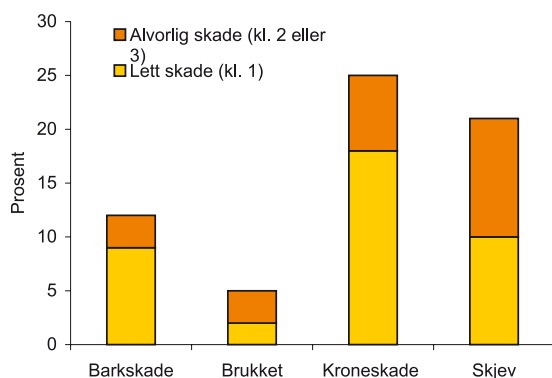
Figur 3. Lystilgangen påvirker den apikale dominansen (forholdet mellom lengden av toppskuddet og lengste sidegrein i øverste kvistkrans) på forskjellig måte hos gran og furu. Bak hvert punkt på kurvene ligger det målinger gjort på 10–80 planter. Vertikale streker viser standardfeilen.

Skader og avgang

Ved hogsten gikk omtrent en fjerdedel av plantene ut på grunn av brekk, velting eller andre skader. I underkant av 30 % hadde en form for skade, 13 % alvorlig (definert som skade i klasse 2 eller 3, tabell 2), mens en knapp halvpart var helt uten skader (figur 4). Den største avgangen og de høyeste skadetallene fant vi naturlig nok i stikkveiene, hvor avgangen var på 74 % og over halvparten av de gjenværende plantene hadde alvorlige skader. Utenfor stikkveiene var avgangen under 10 %. Stikkveiarealet var på ca. 22 %. Det var noe forskjell mellom feltene, med minst avgang i Tolga, hvor utgangstettheten og også uttaksvolumet var lavest. Skadeprosenten var imidlertid like høy her som i granfeltene. Kroneskader var den vanligste formen for skader, fulgt av skjevhet og barksår (figur 5). De fleste plantene som brakk overlevde ikke hogsten, derfor er andelen «brukket» lav blant de overlevende småtrærne.



Figur 4. Fordeling av avgang og skader hos foryngelsen etter hogsten. Gjennomsnitt for alle tre felt.



Figur 5. Fordeling på skadetyper for foryngelse som overlevde hogsten. Mange planter hadde flere typer skader. Gjennomsnittsverdier for alle tre felt. Se tabell 2 for forklaring av skadeklasser.

I tillegg til avgangen under hogsten, gikk en del av de skadde plantene ut de første sesongene etterpå. I 2006 hadde ytterligere 8 % av plantene gått ut, 80 % av disse hadde en eller annen form for skade, og 60 % hadde en alvorlig skade. Til sammen er altså omtrent en tredjedel av foryngelsen borte tre sesonger etter hogsten. Det har vært noe etablering av ny foryngelse i perioden etter hogst, høsten 2006 var det ca. 1200 planter under 10 cm pr. hektar.

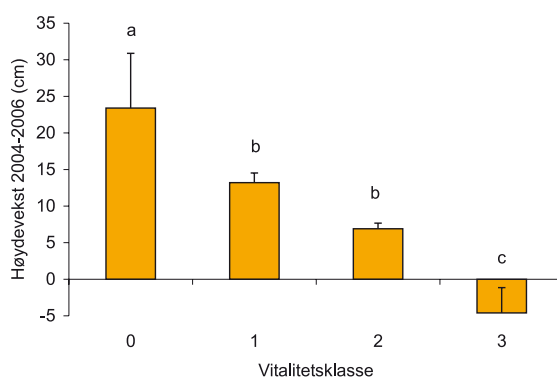
Vekst etter hogst

Høydeveksten til granplantene etter hogsten varerte signifikant ($p < 0,0001$) med hvor vitale de hadde vært før hogst. Planter klassifisert til vitalitet 0–2 og som ikke fikk alvorlige skader under hogsten, hadde i gjennomsnitt en høydevekst på hen-

holdsvis 23, 13 og 7 cm i de tre første sesongene etter hogst (figur 6). For vitalitetsklasse 3 var gjennomsnittlig tilvekst faktisk negativ, fordi toppen hos noen planter hadde tørket ut. For furu fant vi derimot ingen sikre sammenhenger mellom vitalitet og vekst etter hogst, igjen var nok dette forårsaket av et nokså lite materiale med liten spredning i vitalitet. Det trengs derfor et større materiale for å si noe sikkert for dette treslaget.

Gjennomsnittlig høydevekst for alle plantene de tre første sesongene etter hogst var omtrent lik veksten de tre siste sesongene før hogst.

Etter hogsten var det en markant økning i lystilgang på feltene (Hanssen 2007). Mer enn 90 % av målepunktene hadde lysverdier over 25 % i granbestandene eller 45 % i furubestanden.



Figur 6. Høydetilvekst for granplantene i de tre første sesongene etter hogst, etter plantenes vitalitetsklasse før hogst. 0 er best vitalitet, 3 dårligst. Ulike bokstaver betyr at det er statistisk sikre forskjeller mellom gruppene.

Diskusjon

Vi fant en korrelasjon mellom foryngelsens vitalitet og lysforholdene plantene vokste under. På våre felter på lav til middels bonitet så granplantene ut til å trenge en lystilgang på ca. 25 % for å ha en tilfredsstillende vitalitet, mens furu trengte opp mot 40 %. En forskjell i lysmengde på bare 5–7 % var avgjørende for om granforyngelsen klarte seg bra eller ikke. Et stående volum før hogst på ca. 300 m³/ha i granbestandene og 180 m³/ha i furubestanden ga såpass harde konkurranseforhold at det meste av forhåndsgjenvæksten var klart undertrykt. Den selektive hogsten har ført til atskillig bedre forhold for foryngelsen.

Vi har målt lysforholdene i dette forsøket, men vet ikke i hvilken grad vitaliteten har sammenheng også med konkurranse om andre ressurser. En stor åpning fører til bedre lysforhold på bakken enn en

liten, men samtidig vil det være mindre rotkonkurranse om vann og næringsstoffer i den store åpningen inntil det ledige rotrommet etter hvert okkuperes av feltsjiktvegetasjon. Coomes og Grubb (2000) konkluderer med at lyset er en minimumsfaktor under svært skyggefulle forhold (mindre enn ca. 5 % dagslys), men at konkurransen i rotsonen får større betydning etter hvert som lysmengden øker, ikke minst på næringsfattige jordtyper. Dette, og upublisererte resultater fra forsøk som nå pågår på de aktuelle feltene, tyder på at begge faktorer spiller en rolle under de forholdene vi finner på feltene. Også størrelsen til foryngelsen er viktig. Jo større plantene er, desto større krav til lysenergi har de. Derfor må en suksessiv fristilling til for at de skal vokse og utvikle seg tilfredsstillende fram til hogstmodenhet. Etter hvert som trærne vokser vil de også nå høyere opp mot kronetaket, og dermed få bedre lysforhold. Vi har undersøkt foryngelse opp til 3 m høyde, og de sammenhengene vi har funnet vil ikke nødvendigvis gjelde for større trær.

Granplanter kan overleve i mange år under dårlige lysforhold, mens for furu, som er et lyskrevende treslag, er det spesielt viktig at foryngelsen får nok lys. Slik figur 3 viser, har furu- og granplanter forskjellige måter å tilpasse seg dårlige lysforhold på. Den mer skyggetolerante granforyngelsen vil maksimere lysassimilasjonen og redusere respirasjonen ved å utvikle lengre sidegreiner enn toppskudd, og ved at de nederste, mest beskyggede greinene dør. Dermed får planten et paraplyliknende utseende. En furuplante vil derimot vokse i høyden, for om mulig å nå opp til bedre lysforhold. De får derfor tynne, spinkle stammer med få sidegreiner, som lett bøyes ned av snø. Ved bedre lysforhold bygger furuplantene ut flere og lengre sidegreiner, og får kraftigere stamme.

Avgangen etter den selektive hogsten var betydelig, etter tre år hadde en tredjedel av plantene gått ut. Det aller meste av avgangen og skadene har imidlertid kommet i eller ved stikkveiene. Ved neste hogstinngrep kan vi derfor forvente en atskillig lavere avgang, hvis de samme stikkveiene blir benyttet. En god del planter hadde også skader, noe som kan gi redusert vekst og virkesfeil seinere. De mest vanlige skadetyperne var kroneskader og skjevhet. Veksten etter hogst har vært best for de plantene som hadde god vitalitet på forhånd. Også andre undersøkelser viser at de mest vitale plantene, som er i god vekst og har stor barmasse, klarer seg best og vokser bedre etter en hogst (Örlander og Karlsson 2000; Metslaid et al. 2005). Foreløpig har det ikke vært noen økning i høydevek-

sten på våre felter, men det tar noen år før plantene kan utnytte den økte lystilgangen fullt ut. Det skyldes at plantenes skyggenåler må erstattes av nye årganger av lysnåler. Andre studier indikerer at det tar fra to til syv år før man kan regne med en vesentlig økning i høydeveksten etter avvirkning (Skoklefald 1967; Skoklefald 1989; Granhus og Brække 2001). Den økte lystilgangen etter hogst borger for gode forhold for foryngelsen de nærmeste årene.

Etterord

Dette arbeidet ble finansiert gjennom Norges forskningsråd, prosjekt 153738/140. Vi takker skogeierne Erik Haug i Nord-Odal, Jakob og Arve Trøan i Tolga og Romedal allmenning for å stille sine eiendommer til disposisjon. Takk også til Kontus-prosjektet ved Trygve Øvergård i Glommen Skog BA, for godt samarbeid, gode innspill og praktisk hjelp underveis.

Abstract

We studied seedling (0.1–3 m height) vitality, mortality and injuries in three uneven-aged stands in eastern Norway. Two Norway spruce (*Picea abies*) stands and one Scots pine (*Pinus sylvestris*) stand were cut by selective cutting with two levels of removal (approx. 40 and 60 % of standing volume). The stands had low to medium site indices. Both before and after cutting, light levels were measured with hemispherical photography, and seedling growth and vitality was recorded. The vitality and growth of the spruce seedlings showed strong positive correlation with the light conditions beneath the canopy. Under the prevailing conditions, the spruce seedlings needed approximately 25 % of full light to grow satisfactory. For pine the light level had to approach 40 % to produce vital seedlings. After cutting, seedling mortality was 26 % while 28 % of the seedlings had some kind of injury. Mortality increased with another 8 % the following three seasons. Higher mortality was recorded in or close to the strip roads. The selective cutting increased light levels substantially, creating many good sites for seedling and sapling growth in the three stands. Height growth after cutting was significantly higher for the seedlings with good pre-harvest vitality.

Litteratur

- Anon. (1989). SAS/STAT User's Guide, Version 6. 4th edition, Vol. 2, 846 pp. SAS Institute, Cary, NC, USA.
- Coomes, D. A. og Grubb, P. J. (2000). Impacts of root competition in forests and woodlands: A theoretical framework and review of experiments. *Ecological Monographs* 70 (2): 171–207.
- Granhus, A. (2002). Forhåndsgjenvekst – biologi og fristilling. Rapporter fra Norges landbrukshøgskole 1/2002, s. 32–39. Institutt for skogfag, Ås.
- Granhus, A. og Brække, F. H. (2001). Nutrient status of Norway spruce stands subjected to different levels of overstorey removal. *Trees-Structure and Function* 15 (7): 393–402.
- Granhus, A. og Fjeld, D. (2001). Spatial distribution of injuries to Norway spruce advance growth after selection harvesting. *Canadian Journal of Forest Research* 31 (11): 1903–1913.
- Hanssen, K. H. (2007). Endringer i mikroklima ved lukkede hogster. *Forskning fra Skog og landskap* 3/07 s. 17-21.
- Metslaid, M., Ilisson, T., Nikinmaa, E., Kusmin, J. og Jogiste, K. (2005). Recovery of advance regeneration after disturbances: Acclimation of needle characteristics in *Picea abies*. *Scandinavian Journal of Forest Research* 20: 112–121.
- Sirén, M. (1999). One-grip harvester operations, silvicultural results and possibilities to predict tree damage. I: Kean, M. G., and Koffman, P. D. (red.). *The thinning wood-chain. Proceedings from a IUFRO (Research unit 3.09.00) conference on harvesting and economics in thinning.* Ennis, Ireland, May 4–7, 1999. Felles publ. utgitt IUFRO, Coillte, Skov og Landskab, og Coford, s. 152–167.
- Skoklefald, S. (1967). Fristilling av naturlig gjenvekst av gran. *Meddelelser fra Det norske Skogforsøksvesen* 23: 381–409.
- Skoklefald, S. (1989). Planting og naturlig foryn- gelse av gran under skjerm og på snauflate. Rapport 6/89, 39 s. Norsk institutt for skogforsk- ning.
- Örlander, G. og Karlsson, C. (2000). Influence of shelterwood density on survival and height increment of *Picea abies* advance growth. *Scandinavian Journal of Forest Research* 15 (1): 20–29.